

D V

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-55750

(43)公開日 平成10年(1998)2月24日

(51)Int.Cl.⁶H 01 J 9/02
1/30
31/12

識別記号

府内整理番号

F I

H 01 J 9/02
1/30
31/12

技術表示箇所

B
B
C

審査請求 未請求 請求項の数9 FD (全13頁)

(21)出願番号

特願平8-224576

(22)出願日

平成8年(1996)8月8日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 杉岡 秀行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

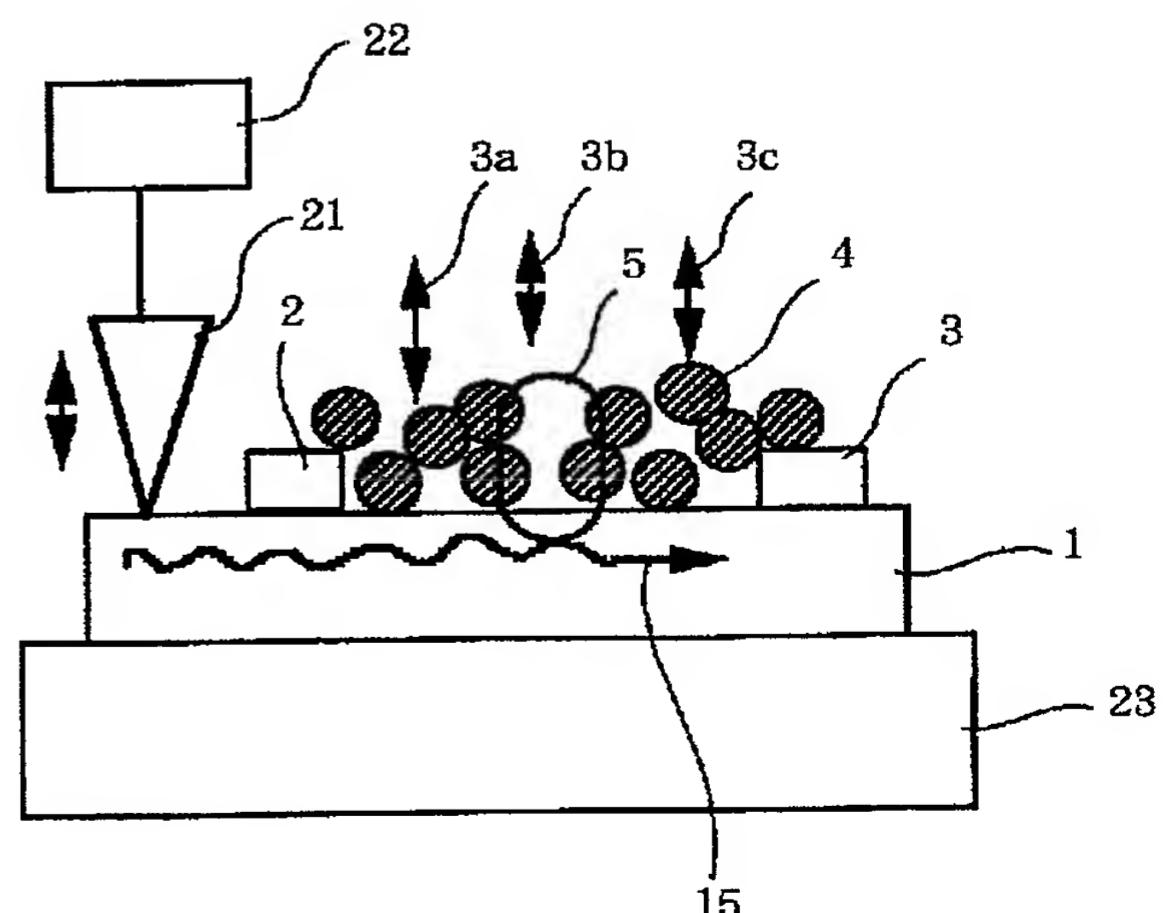
(74)代理人 弁理士 豊田 善雄 (外1名)

(54)【発明の名称】電子放出素子の製造方法及び電子放出素子並びにそれを用いた電子源及び画像形成装置

(57)【要約】

【課題】表面伝導型電子放出素子の電子放出部を高パワーを付加することなく形成できる該素子の製造方法を提供する。

【解決手段】基体1上に設けられた一対の素子電極2、3間に跨がる導電性膜4に電子放出部5が形成された表面伝導型電子放出素子の製造方法において、該薄膜4に振動処理手段21により機械的振動を施し、該薄膜4を構成する微粒子の移動を促進し、電子放出部5を形成する製造方法、該電子放出素子、それを多数配列した電子源、及びそれを用いた画像形成装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体と該基体上に対向して設けられた一对の素子電極と、該電極間に跨がる導電性膜を有する電子放出素子の製造方法において、該導電性膜に機械的な振動処理を施すことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項2】 該振動処理が、該基体に接触させた振動板で表面弹性波を発生させることにより施されることを特徴とする請求項1記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項3】 該振動処理が、該導電性膜を加熱保持しながら施されることを特徴とする請求項1または2記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項4】 該振動処理が、該一对の素子電極間のコンダクタンスを検知しながら、該検知量に応じて該振動処理を制御して行われることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項記載の製造方法によって製造されたことを特徴とする電子放出素子。

【請求項6】 請求項5記載の電子放出素子を配列した素子列を少なくとも1列以上有し、該電子放出素子を駆動するための配線を有することを特徴とする電子源。

【請求項7】 該配線がマトリックス配置されていることを特徴とする請求項6記載の電子源。

【請求項8】 該配線が梯子状配置されていることを特徴とする請求項6記載の電子源。

【請求項9】 請求項6～8のいずれか1項記載の電子源と、少なくとも該電子源からの電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とから構成されたことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子放出素子の製造方法及びその製造方法により得られた電子放出素子並びにそれを用いた電子源及び画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、電子放出素子としては、大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子を用いた2種類のものが知られている。冷陰極電子放出素子には、電界放出型(FE型)、金属／絶縁層／金属型(MIM型)、表面伝導型電子放出素子型等がある。

【0003】 表面伝導型電子放出素子は、絶縁性の基体上に形成された小面積の導電性膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、エリソン等によるSnO₂薄膜を用いたもの[M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290 (1965)]、Au薄膜によるもの[G. Dittmer, Thin Solid Films, 9, 317 (1972)]、In₂

O₃／SnO₂薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad, IEEE Trans. ED Conf., 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの[荒木久他, 真空, 第26巻、第1号、第22頁(1983)]等が報告されている。

【0004】 従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に、導電性膜を予め通電フォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部を形成するのが一般的である。通電フォーミングとは導電性膜の両端に直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧、例えば1V／分程度を印加通電し、導電性膜を局所的に破壊、変形、もしくは変質せしめ、電気的に高抵抗な状態にした電子放出部を形成することである。即ち、電子放出部においては導電性膜の一部に亀裂が発生し、この亀裂付近から電子放出が行われる。このような通電フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、導電性膜に電圧を印加し、電子放出素子に電流を流すことにより、電子放出部より電子を放出せしめるものである。

【0005】 前記表面伝導型電子放出素子は、構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたり多数該素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を生かせるよういろいろな応用研究がされている。例えば荷電ビーム源、表示装置などが挙げられる。多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、後記するように、並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の素子の両端を配線(共通配線とも呼ぶ)で、それぞれ結線した行を多数配列した電子源が挙げられる(例えば、特開昭64-31332号公報、特開平1-257552号公報等)。

【0006】 また、特に表示装置等の画像形成装置においては、近年、液晶を用いた平板型表示装置がCRTに替わって普及してきたが、自発光型でないため、バックライトを持たなければならない等の問題があり、自発光型の表示装置の開発が望まれてきた。自発光型表示装置としては、表面伝導型電子放出素子を多数配置した電子源と電子源より放出された電子によって、可視光を発光せしめる蛍光体とを組み合わせた表示装置である画像形成装置が挙げられる(例えば、U.S.P. 5,066,883号)。

【0007】 前記フォーミングに伴う素子特性のバラツキを抑制するための手段としては、単結晶微粒子をシードとして、微粒子を電極間に配置する配置する方法(例えば、特開平1-107440号公報等)や、高抵抗部を導電性膜に分散させる方法(特開昭63-184230号公報等)が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 冷陰極電子源といえども、多数の電子が飛び出す電子放出部は高温になると予想され、それゆえ、長時間の駆動に際して耐久性の高い

電子放出素子の実現には、導電性膜の材料として、タンゲステンなど融点の高い材料が好ましい。

【0009】しかし、従来、高融点材料に通電フォーミングにより、電子放出部を形成しようとすると、フォーミングに多大なパワーが必要となり、周辺電極を損傷するなど、好ましい電子放出部を形成できなくなるおそれがあった。

【0010】そこで、本発明は、導電性膜の材料の融点に関係なく、高融点材料でも、好ましい電子放出部を形成できるような電子放出素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明においては、前記のような構成の表面伝導型電子放出素子の一対の対向電極間に配置された導電性膜に機械的な振動処理を施すことにより、該薄膜の微細構造を徐々に変化せしめ、亀裂を発生させることにより、薄膜材料の融点に関係なく、好ましい電子放出部を形成できるようにするものである。

【0012】即ち、本発明は、基体と該基体上に対向して設けられた一対の素子電極と、該電極間に跨がる導電性膜を有する電子放出素子の製造方法において、該導電性膜に機械的な振動処理を施すことを特徴とする電子放出素子の製造方法である。

【0013】また、本発明は、前記製造方法により得られた電子放出素子、それを複数配列した電子源および該電子源と該電子源からの電子線の照射により画像を形成する画像形成部材とからなる画像形成装置を提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の表面伝導型電子放出素子の製造方法を図1～3を用いて説明する。

【0015】図1、3は本発明の振動処理を説明する表面伝導型電子放出素子の断面模式図である。図1において、1は基体、2、3は該基体上に配置された一対の対向電極（素子電極）、4は対向電極間に跨がって配置された微粒子状の導電性膜である。21は振動印加手段、22は該振動印加手段を駆動する駆動手段、23は支持台である。3a～3cは微粒子状の導電性膜が振動処理されていることを示す。また、5は振動処理により該薄膜に形成される電子放出部、15は基体表面に伝わる表面弾性波を模式的に示す。

【0016】本発明においては、図1に示すように、対向電極2、3間に配置された導電性膜4に機械的振動処理を施すことにより、該薄膜の微粒子構造を徐々に変化せしめ、亀裂を発生させることにより、薄膜材料の融点に関係なく、好ましい電子放出部5を形成できるようにしたものである。

【0017】機械的振動処理は基体1に接触させた振動板21で表面弾性波15を発生させて行うことができる。表面弾性波15は、電極2、3に略垂直な方向に進

行し、電極に平行な方向にストライプ型の凹凸をするため、一定時間、振動処理を施すことにより、薄膜を構成する微粒子の移動が生じ、電極に略平行な方向に伸びる亀裂の形成が促され、好ましい電子放出部を形成できる効果がある。図2に、振動処理によって、薄膜4の微粒子構造に変化が生じ、電極2、3に略平行な方向に伸びる亀裂が形成されることを模式的に示す。

【0018】振動板21は、例えば、圧電アクチュエーターと該アクチュエーターによって、振動させられる板からなり、振動処理は、例えば該振動させられる板を基体に接触させて、基体に垂直な方向または基体に平行な方向に10Hz～40kHz程度の振動数で、1～10μm程度の振幅で、sin波形状またはパルス波形状に振動させることにより付与することができる。

【0019】また、本発明は、例えば図3に示すような方法により実施してもよい。図3において、24は基体加熱用ヒーター、25は素子電極2、3間への電圧印加手段、26は素子電極間のコンダクタンスを検知する手段である電流計であり、その他は図1と同様である。

【0020】即ち、本発明においては、導電性膜4を基体加熱用のヒーター24を用いて加熱し、室温より高い状態に保持しながら、振動処理手段21により機械的な振動処理を行うことができる。導電性膜4を加熱保持することにより、微粒子膜内の粒子の移動が起こりやすくなり、このような状態で機械的振動を付与することにより、微粒子膜の膜形状の再構成を促進させる効果がある。ここで保持温度は、導電性膜4の凝集変化の開始前後の温度が好ましく、例えば、青板基板上にPdOの微粒子膜を配置した場合には、200℃前後の温度に保持することが好ましい。

【0021】また、振動処理は、一対の対向電極2、3間のコンダクタンスを電流計26で検知しながら、26で検知した電流量と印加電圧から換算できるコンダクタンス量に応じて、制御されることが好ましい。ここでコンダクタンス量に応じた振動処理の制御方法としては、例えば、コンダクタンスが初期値の1/100程度になったとき、機械的振動の付与を止めるようなフィードバック制御を好ましく挙げることができる。コンダクタンス量に応じて振動処理を制御することにより、電子放出部を構成する亀裂が必要以上に広がることを防止できる効果がある。

【0022】本発明で得られる表面伝導型電子放出素子の基本的構成を図4に示す。図4において、(a)は平面図、(b)は断面図であり、(a)において、Lは素子電極間隔、Wは素子電極長さを示し、他の符号は図1と同じである。

【0023】本発明において、絶縁性の基体1としては、石英ガラス、Na等の不純物の含有量を減少させたガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により形成したSiO₂を積層したガラス基体、アルミナ等の

セラミックスおよびSi基体等を用いることができる。

【0024】対向する素子電極2、3の材料としては、一般的な導体材料を用いることができる。例えば、Ni、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属または合金、Pd、Ag、Au、RuO₂、Pd-Ag等の金属または金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In₂O₃-SnO₂等の透明導電体およびポリシリコン等の半導体材料等から適宜選択することができる。

【0025】素子電極間隔L、素子電極長さW、導電性膜4の形状等は、応用される形態等を考慮して設計される。素子電極間隔Lは、好ましくは数千Å～数百μmの範囲とし、さらに好ましくは素子電極間に印加する電圧等を考慮して、数μm～数十μmの範囲とする。素子電極長さWは、電極の抵抗値、電子放出特性を考慮して、数μm～数百μmの範囲とすることが好ましい。素子電極2、3の膜厚は、数百Å～数μmの範囲とすることができます。

【0026】なお、本発明において、表面伝導型電子放出素子は、図4に示した構成だけでなく、絶縁性基体1上に、導電性膜4、対向する素子電極2、3の順に積層した構成とすることもできる。

【0027】導電性膜4としては、良好な電子放出特性を得るために、微粒子で構成された微粒子膜を用いるのが好ましい。微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造は微粒子が個々に分散配置した状態あるいは微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態をとっており、またはいくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合もある。微粒子の粒径は数Å～数千Å、好ましくは10Å～200Åの範囲である。なお、本明細書において、微粒子とは、多数の原子または分子の集合体で、一般に微粒子、超微粒子と呼ばれるものを含み、粒径が数Å～数μmのものをいう。ここで粒径は、前記状態で粒子形状が認識可能な微粒子についての径をいう。

【0028】導電性膜4の膜厚は、素子電極2、3へのステップカバレージ、素子電極2、3間の抵抗値および後記するフォーミング条件等を考慮して適宜設定されるが、通常は、数Å～数千Åの範囲とするのが好ましく、さらに好ましくは10Å～500Åの範囲とする。その抵抗値はRsが10²～10⁷Ω/□の値である。なお、ここでRsは幅がw、長さがlの薄膜の長さ方向に測定した抵抗Rを、R=Rs(1/w)とおいたときに現れる値である。

【0029】また、この膜4を構成する材料としては、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、SnO₂、In₂O₃、PbO、Sb₂O₃等の金属酸化物、HfB₂、ZrB₂、LaB₆、CeB₆、YB₄、GdB₄等の硼化物、TiC、ZrC、Hf

C、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン等の中から適宜選択される。

【0030】電子放出部5は、導電性膜4の一部に形成された高抵抗の亀裂により構成され、導電性膜4の膜厚、膜質、材料及び導電性膜4に与える振動処理の条件等に依存したものとなる。導電性膜4が微粒子膜の場合、電子放出部5の内部には数Å～数千Åの範囲の粒径の導電性微粒子が存在する。この導電性微粒子は、導電性膜4を構成する材料の元素の一部、あるいは全ての元素を含有するものとなる。後述の活性化工程を経た場合には、電子放出部5及びその近傍の導電性膜4に炭素及び炭素化合物を存在させることもできる。

【0031】炭素及び炭素化合物としては、例えグラファイト、非晶質カーボンが挙げられ、その膜厚は500Å以下とすることが好ましく、300Å以下がより好ましい。ここでグラファイトには、ほぼ完全なグラファイトの結晶構造を示すいわゆるHOPGのほか、結晶粒が200Å程度で結晶構造がやや乱れたPG、結晶粒が20Å程度になり結晶構造の乱れがさらに大きいGCを含み、非晶質カーボンにはアモルフォスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を含む。

【0032】このような表面伝導型電子放出素子の製造方法の一例を簡単に説明する。以下、図1～図4を参照しながら、本発明の表面伝導型電子放出素子の製造方法の一例について説明する。

【0033】①ガラス基体1を洗剤、純水および有機溶剤等を用いて十分に洗浄した後、真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法、CVD法等により素子電極材料を堆積し、例えフォトリソグラフィー技術またはオフセット印刷技術を用いてガラス基体1上に素子電極2、3を形成する。

【0034】②素子電極2、3を設けたガラス基体1上に、有機金属溶液を塗布して有機金属薄膜を形成する。有機金属溶液には、前記電子放出部形成用薄膜の材料の金属を主元素とする有機金属化合物の溶液を用いることができる。有機金属薄膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターニングし、導電性膜4を形成する。導電性膜4の形成法は有機金属溶液の塗布法に限られるものではなく、真空蒸着法、スパッタ法、CVD法、分散塗布法、ディッピング法、スピナー法等を用いることもできる。

【0035】③次に、前記した振動印加手段21により、導電性膜4に機械的振動処理を施し、電子放出部5を形成する。即ち、本発明においては、先述の通電フォーミングを行うことなく、導電性膜4に高融点材料を用いた場合にも亀裂を形成することができる。

【0036】④電子放出部5の形成を終えた素子には活性化工程と呼ばれる処理を施すのが好ましい。活性化工程とは、この工程により、素子電流If、放出電流Ie

が著しく変化する工程である。活性化工程は、例えば有機物質のガスを含有する雰囲気下で、通電フォーミングと同様に、パルスの印加を繰り返すことで行うことができる。この雰囲気は、例えば油拡散ポンプやロータリーポンプ等を用いて真空容器内を排気した場合に雰囲気内に残留する有機ガスを利用して形成することができる他、イオンポンプなどにより一旦十分に排気した真空中に適当な有機物質のガスを導入することによっても得られる。このときの好ましい有機物質のガス圧は、前記応用の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため場合に応じ適宜設定される。

【0037】排気装置として油拡散ポンプやロータリーポンプを用い、これから発生するオイル成分に由来する有機ガスを用いた場合は、この成分の分圧を極力抑える必要がある。真空容器内の有機成分の分圧は、前記炭素および炭素化合物がほぼ新たに堆積しない分圧で 1.3×10^{-6} Pa以下が好ましく、さらには 1.3×10^{-8} Pa以下が特に好ましい。

【0038】また、活性化用ガスとして使用される適当な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンなどの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール類、カルボン酸、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることができ、具体的には、メタン、エタン、プロパンなど $C_n H_{2n+2}$ で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレン等 $C_n H_{2n}$ 等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、トルエン、メタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等が使用できる。この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から炭素、あるいは炭素化合物が素子上に堆積し、素子電流 I_f 、放出電流 I_e が著しく変化するようになる。

【0039】活性化工程の終了判定は、素子電流 I_f と放出電流 I_e を測定しながら適宜行う。なお、パルス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【0040】⑤このような工程を経て得られた表面伝導型電子放出素子は、安定化工程を経ることが好ましい。この工程は、真空容器内の有機物質を排気する工程である。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが素子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的には、ソープショットポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることができる。

【0041】真空容器内を排気するときには、真空容器全体を加熱して、真空容器内壁や電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくするのが好ましい。このときできるだけ高温で長時間処理することが望ましいが、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により適宜選ばれる条件により行う。真空容器

内の圧力は極力低くすることが必要で、 1.3×10^{-5} Pa以下が好ましく、さらには 1.3×10^{-6} Pa以下が特に好ましい。

【0042】安定化工程を終えた後の、駆動時の雰囲気は、安定化処理終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去されていれば真空度自体は多少減少しても十分安定な特性を維持することができる。このような真空雰囲気を採用することにより、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑制でき、結果として素子電流 I_f 、放出電流 I_e が安定する。

【0043】本発明により得られる表面伝導型電子放出素子は放出電流 I_e に関して三つの特徴的性質を有する。

【0044】即ち、(i) 本素子はある電圧(しきい値電圧と呼ぶ、 V_{th})以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流 I_e が増加し、一方しきい値電圧 V_{th} 以下では放出電流 I_e がほとんど検出されない。つまり、放出電流 I_e に対する明確なしきい値電圧 V_{th} を持った非線形素子である。

【0045】(ii) 放出電流 I_e が素子電圧 V_f に単調増加依存するため、放出電流 I_e は素子電圧 V_f で制御できる。

【0046】(iii) アノード電極に捕捉される放出電荷は、素子電圧 V_f を印加する時間に依存する。つまり、アノード電極54に捕捉される電荷量は、素子電圧 V_f を印加する時間により制御できる。

【0047】以上の説明により理解されるように、本発明により得られる表面伝導型電子放出素子は、入力信号に応じて、電子放出特性を容易に制御できることになる。この性質を利用すると、複数の電子放出素子を配して構成した電子源、画像形成装置等、多方面への応用が可能となる。

【0048】電子放出素子の配列については、種々のものが採用できる。一例として、電子放出素子をX方向及びY方向に行列状に複数配列し、同じ行に配された複数の電子放出素子の電極の一方を、X方向の配線に共通に接続し、同じ列に配された複数の電子放出素子の電極の他方を、Y方向の配線に共通に接続するものが挙げられ、このようなものはいわゆるマトリックス配置である。

【0049】本発明の製造方法で得られる表面伝導型電子放出素子については、前記のとおり、(i)乃至(ii)の特性がある。即ち、表面伝導型電子放出素子からの放出電子は、しきい値電圧以上では対向する電極間に印加する、パルス状電圧の波高値と幅で制御できる。一方、しきい値電圧以下ではほとんど放出されない。この特性によれば、多数の電子放出素子を配置した場合においても、個々の素子にパルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて表面伝導型電子放出素子を選択し

て電子放出量を制御できる。

【0050】以下、この原理に基づき、本発明で得られた電子放出素子を複数配置して得られる電子源基板について、図5を用いて説明する。

【0051】図5において、71は電子源基板、72はX方向配線、73はY方向配線である。74は放出電流電子放出素子、75は結線である。m本のX方向配線72はDx1、Dx2、…Dxmからなり、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法などを用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、幅は適宜設計される。Y方向配線73は、Dy1、Dy2、…Dynのn本の配線よりなり、X方向配線72と同様に形成される。これらm本のX方向配線72とn本のY方向配線73との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電気的に分離している(m,nは共に正の整数)。

【0052】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法スパッタ法等を用いて形成されたSiO₂、PbO等で構成される。例えば、X方向配線72を形成した基体71び全面或いは一部に所望の形状で形成され、特に、X方向配線72とY方向配線73の交差部の電位差に耐えるように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。X方向配線72とY方向配線73は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0053】表面伝導型電子放出素子74を構成する一対の電極(不図示)は、m本のX方向配線72とn本のY方向配線73と導電性金属等からなる結線75によって電気的に接続されている。配線72と配線73を構成する材料、結線75を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれぞれ異なる点でもよい。これら材料は、例えば前記素子電極の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線は素子電極といふこともできる。

【0054】X方向配線72には、X方向に配列した表面伝導型電子放出素子74の行を選択するための走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、Y方向配線73には、Y方向に配列した表面伝導型電子放出素子74の各列を入力信号に応じて、変調するための不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。

【0055】このような単純マトリックス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図6を用いて説明する。図6は画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【0056】図6において、71は電子放出素子を複数配置した電子源基板、81は電子源基板71を固定したりアプレート、86はガラス基体83の内面に蛍光膜84とメタルバック85等が形成されたフェースプレートで

ある。82は支持枠であり、該支持枠82には、リアプレート81、フェースプレート86がフリットガラス等を用いて接続されている。88は外囲器であり、例えば大気中、あるいは窒素中で、400～500℃の温度範囲で10分以上焼成することで、封着して構成される。

【0057】74は表面伝導型電子放出素子、72、73は表面伝導型電子放出素子の一対の素子電極と接続されたX方向配線およびY方向配線である。

【0058】外囲器88は、前記の如く、フェースプレート86、リアプレート81及び支持枠82で構成される。リアプレート81は主に電子源基板71の強度を補強する目的で設けられるため、電子源基板71自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート81は不要とすることができる。即ち、電子源基板71に直接支持枠82を封着し、フェースプレート86、支持枠82及び電子源基板71で外囲器88を構成してもよい。一方、フェースプレート86、リアプレート81間にスペーサーと呼ばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度を持つ外囲器88を構成することもできる。

【0059】図7は、蛍光膜を示す模式図である。図6に示された蛍光膜84はモノクロームの場合は蛍光体のみから構成することができる。カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列によりブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導電材91と蛍光体92とから構成することができる。

【0060】ブラックストライプ、ブラックマトリクスを設ける目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体92間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜84における外光反射によるコントラストの低下を抑制することにある。ブラックストライプの材料としては、通常用いられている黒鉛を主成分とする材料の他、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料を用いることができる。

【0061】図6において、ガラス基体83に蛍光体を塗布する方法としては、モノクローム、カラーによらず、沈殿法、印刷法等が採用できる。

【0062】蛍光膜84の内面側には、通常メタルバック85が設けられる。メタルバックを設ける目的は、蛍光体の発光のうち、内面側への光をフェースプレート86側へ鏡面反射させることにより輝度を向上させること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させること、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージから蛍光体を保護すること等であり、蛍光膜を形成した後、A1を真空蒸着等により堆積させることで作製できる。

【0063】フェースプレート86には、さらに、蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外面側に透明電極(不図示)を設けてもよい。

【0064】前記封着を行う際には、カラーの場合は各

色蛍光体と電子放出素子とを対応させる必要があり、十分な位置合わせが不可欠となる。

【0065】次に、はしご型配置の電子源及び画像形成装置について、図8及び図9を用いて説明する。

【0066】図8は、はしご型配置の電子源の一例を示す模式図である。図8において、71は電子源基板、74は電子放出素子である。103(D1～D10)は、電子放出素子74を接続するための共通配線である。電子放出素子74は電子源基板71上に、X方向に並列に複数個配されている（これを素子行と呼ぶ）。この素子行が複数個配されて電子源を構成している。各素子行の共通配線間に駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。即ち、電子ビームを放出させたい素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を、電子ビームを放出しない素子行には、電子放出しきい値以下の電圧を印加する。各素子行間の共通配線D2～D9は、例えばD2とD3、D4とD5、D6とD7、D8とD9とを、夫々同一配線とすることもできる。

【0067】図9は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置におけるパネル構成の一例を示す模式図である。図9において、112はグリッド電極、113は電子が通過するための空孔、114はD_{ox1}、D_{ox2}、…、D_{oxm}よりなる容器外端子である。115はグリッド電極112と接続されたG1、G2、…、Gnからなる容器外端子、71は各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。図9においては、図6、図8に示した部位と同じ部位には、これらの図に付したのと同じ符号を付した。ここに示した画像形成装置と、図6に示した単純マトリックス配置の画像形成装置との大きな違いは、電子源基板71とフェースプレート86の間にグリッド電極112を備えているか否かである。

【0068】図9においては、電子源基板71とフェースプレート86の間には、グリッド電極112が設けられている。グリッド電極112は、表面伝導型電子放出素子から放出された電子ビームを変調するためのものであり、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して1個ずつ円形の空孔113が設けられている。グリッドの形状や設置位置は図9に示したものに限定されるものではない。例えば、空孔としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもでき、グリッドを表面伝導型電子放出素子の周囲や近傍に設けることもできる。

【0069】容器外端子114およびグリッド容器外端子115は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【0070】本例の画像形成装置では、素子行を1列ずつ順次駆動（走査）していくのと同期してグリッド電極列に画像1ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像

を1ラインずつ表示することができる。

【0071】このような画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピューター等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンターとしての画像形成装置等としても用いることができる。

【0072】次に、単純マトリックス配置の電子源を用いて構成した表示パネルに、NTSC方式のテレビ信号に基づいたテレビジョン表示を行うための駆動回路の構成例について、図10を用いて説明する。図10において、121は画像表示パネル、122は走査回路、123は制御回路、124はシフトレジスタである。125はラインメモリ、126は同期信号分離回路、127は変調信号発生器、V_x及びV_aは直流電圧源である。

【0073】表示パネル121は、端子D_{ox1}乃至D_{oxm}、端子D_{oy1}乃至D_{oyn}、及び電圧端子H_vを介して外部の電気回路と接続している。端子D_{ox1}乃至D_{oxm}には、表示パネル内に設けられている電子源、即ちM行N列の行列状にマトリックス配線された表面伝導型電子放出素子群を行（N素子）ずつ順次駆動するための走査信号が印加される。

【0074】端子D_{oy1}乃至D_{oyn}には、前記走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御するための変調信号が印加される。高圧端子H_vには、直流電圧源V_aより、例えば10kVの直流電圧が供給されるが、これは表面伝導型電子放出素子から放出される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与するための加速電圧である。

【0075】走査回路122について説明する。同回路は、内部にM個のスイッチング素子を備えたもので（図中、S1乃至Smで模式的に示している）ある。各スイッチング素子は、直流電圧源V_xの出力電圧もしくは0V（グランドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル121の端子D_{ox1}乃至D_{oxm}と電気的に接続される。S1乃至Smの各スイッチング素子は、制御回路123が出力する制御信号T_{scan}に基づいて動作するものであり、例えばFETのようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することができる。

【0076】直流電圧源V_xは、本例の場合には表面伝導型電子放出素子の特性（電子放出しきい値電圧）に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するよう設定されている。

【0077】制御回路123は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行われるように各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路123は、分離回路126より送られる同期信号T_{sync}に基づいて、各部に対してT_{scan}およびT_{start}及びT_{end}の各制御信号を発生する。

【0078】同期信号分離回路126は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路で、一般的な周波数分離（フィルター）回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路126により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号よりなるが、ここでは説明の便宜上、Sync信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は便宜上、DATA信号と表した。外DATA信号はシフトレジスタ124に入力される。

【0079】シフトレジスタ124は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル／パラレル変換するためのもので、前記制御回路123より送られる制御信号T_{sft}に基づいて動作する（即ち、制御信号T_{sft}は、シフトレジスタ124のシフトロックであるといふこともできる）。シリアル／パラレル変換された画像1ライン分（電子放出素子N素子分の駆動データに相当）のデータは、I_{d1}乃至I_{dn}のN個の並列信号として前記シフトレジスタ124より出力される。

【0080】ラインメモリ125は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶するための記憶装置であり、制御回路123より送られる制御信号T_{mr}yに従って適宜I_{d1}乃至I_{dn}の内容を記憶する。記憶された内容はI_{d'1}乃至I_{d'n}として出力され、変調信号発生器127に入力される。

【0081】変調信号発生器127は、画像データI_{d'1}乃至I_{d'n}の各々に応じて表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調するための信号源であり、その出力信号は、端子D_{oy1}乃至D_{oyn}を通じて表示パネル121内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0082】前記のとおり、本発明の製造方法により得られる電子放出素子は、放出電流I_eに対して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確なしきい値電圧V_{th}があり、V_{th}以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。電子放出しきい値以上の電圧に対しては、素子の印加電圧の変化に応じて放出電流も変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出しきい値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出しきい値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値V_mを変化させることにより出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅P_wを変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。

【0083】従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器127として、一定長さの電圧パル

スを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。

【0084】パルス方式を実施するに際しては、変調信号発生器127として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0085】シフトレジスタ124やラインメモリ125は、デジタル信号式のものをも、アナログ信号式のものをも採用できる。画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行われればよいからである。

【0086】デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路126の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これには126の出力部にA/D変換器を設ければよい。これに連してラインメモリ125の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器127に用いられる回路が若干異なったものとなる。即ち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器127には、例えばD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器127には、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0087】アナログ信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器127には、例えばオペアンプなどを用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてレベルシフト回路などを付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば、電圧制御型発振回路（VOC）を採用でき、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧まで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0088】このような構成をとり得る本発明の画像形成装置においては、各電子放出素子に、容器外端子D_{ox1}乃至D_{oxm}、D_{oy1}乃至D_{oyn}を介して電圧を付加することにより、電子放出が生ずる。高圧端子H_vを介してメタルバック85、あるいは透明電極（不図示）に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜84に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

【0089】ここで述べた画像形成装置の具体的構成は、本発明の画像形成装置の一例であり、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については、NTSC方式を挙げたが、入力信号はこれに限られるものではなく、PAL、SECAM方式等のほ

か、これよりも多数の走査線からなるTV信号（例えば、MUSE方式をはじめとする高品位TV）方式をも採用できる。

【0090】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明をさらに詳述する。

【0091】【実施例1】図4に示す基本的な構成を有する表面伝導型電子放出素子を3個×3個、計9個マトリックス状に配線とともに形成して、図5に示す配置の電子源基板を作成し、これを用いて表示パネルを作成した。

【0092】即ち、清浄化した青板ガラスを基体71とし、この上に、素子電極2及び3を形成した。本実施例では、膜の成膜方法として、金属成分としてAuを含むMODを厚膜ペースト材料を用いた厚膜印刷法を使用した。印刷の方法はスクリーン印刷法である。印刷の後、70℃で10分乾燥し、次に本焼成した。焼成温度は550℃でピーク保持時間は約8分であった。印刷、焼成後のパターンは $350 \times 150 \mu\text{m}$ 、厚みは約0.3μm、電極間隙は $20 \mu\text{m}$ とした。

【0093】次に、Agペーストを用いる厚膜スクリーン印刷法により形成した後、550℃、15分間焼成を行って、幅 $100 \mu\text{m}$ 、厚み $12 \mu\text{m}$ の第1層のX方向の配線72を作製し、次に層間絶縁層を、PbOを主成分とし、ガラスバインダーを含むペーストを用いる厚膜スクリーン印刷法により形成した後、第1層と同様の方法により第2層のY方向の配線73を形成した。

【0094】その後、素子電極2、3上に有機パラジウム[CCP4230、奥野製薬工業(株)]をスピナーにより回転塗布し、350℃、10分の熱処理を行い、Pdからなる微粒子から構成される導電性膜4を形成した。その膜厚は10nm、シート抵抗値は $5 \times 10^4 \Omega/\square$ であった。このパラジウム膜をリフトオフとドライエッティングによりパターニングした。

【0095】このようにして、基体71上にX方向配線72、Y方向配線73、素子電極2、3、導電性膜4を二次元状に、かつ等間隔で有する電子源基板を作成した。

【0096】次に、得られた電子源基板を支持台上に置き、圧電アクチュエーターを有する振動板を電子源基板に接触させて、該基体に垂直な方向に振動数100Hz、振幅約 $5 \mu\text{m}$ で、10分間、パルス波形状に振動させて、導電性膜4の素子電極2、3間に電極と略平行な方向に伸びる亀裂を発生させた。

【0097】以上により作製された表面伝導型電子放出素子を複数配した電子源基板を用いて図6に示す構成のパネルを作製した。

【0098】上述のようにして表面伝導型電子放出素子を設けた電子源基板71をリアプレート81上に固定した後、電子源基板71の5mm上方に、フェースプレー

ト86(ガラス基体83の内面に蛍光膜84とメタルバック85が形成されて構成される)を支持枠82を介して配置し、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81の接合部にフリットガラスを塗布し、大気中で400℃で10分間以上焼成することで封着した。またリアプレート81への電子源基板71の固定もフリットガラスで行った。

【0099】蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体92のみからなるが、本実施例では蛍光体92はストライプ形状(図7(a))を採用し、先にブラックストライプを形成し、その間隙部に各色蛍光体92を塗布して蛍光膜84を作製した。ブラックストライプの材料としては、通常よく用いられている黒鉛を主成分とする材料を用いた。

【0100】ガラス基体83に蛍光体92を塗布する方法としてはスラリー法を用いた。また、蛍光膜84の内面側にはメタルバック85を設けた。メタルバック85は、蛍光膜84の作製後、蛍光膜84の内面側表面の平滑化処理(通常フィルミングと呼ばれる)を行い、その後、A1を真空蒸着することで作製した。

【0101】フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外側に透明電極(不図示)が設けられる場合もあるが、本実施例では、メタルバック85のみで十分な導電性が得られたので省略した。

【0102】前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体92と表面伝導型電子放出素子とを対応させなくてはいけないため、十分な位置合わせを行った。

【0103】以上のようにして完成したガラス容器内の雰囲気を排気管(図示せず)を通じ真空ポンプにて排気し、 $2.7 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ の真空度に達した後、外部端子Dx1ないしDxmとDy1ないしDynを通じ、表面伝導型電子放出素子の素子電極2、3間に波高値14Vのパルス電圧を印加し、素子電流If、放出電流Ieを測定しながら、活性化処理を行なった。

【0104】その後、 $1.3 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 程度の真空度まで排気し、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し、外囲器の封止を行い、更に封止後の真空度を維持するために、高周波加熱法でゲッター処理を行なった。

【0105】以上のように完成した本発明の画像形成装置において、外部端子Dox1ないしDoxmとDoy1ないしDoynを通じ、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段より夫々表面伝導型電子放出素子に印加することにより電子放出させると共に、高圧端子Hvを通じてメタルバック85に数kV以上の高圧を印加して、電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像の表示が得られた。

【0106】本実施例においては、機械的振動処理により電子放出部を形成するため、各素子の周辺電極を損傷

する等の欠点なく、電子放出素子を作成することができた。

【0107】〔実施例2〕実施例1において、導電性膜の振動処理を、1個の電子放出素子について模式的に示す図3のような方法で施すほかは実施例1と同様にして、電子源基板を作成し、これを用いて同様に表示パネルを作成した。

【0108】振動処理は、電子源基板1を基体加熱用ヒーター24に載せ、導電性膜4の温度が200°Cになるように加熱、保持しながら行い、さらに素子電極2, 3間のコンダクタンスが初期値の1/100になった時に振動処理を止めた。

【0109】

【発明の効果】本発明によれば、導電性膜に機械的な振動処理を施すことにより、導電性膜材料の融点に関係なく電子放出部を容易に形成することができ、電子放出部周辺の電極などを損傷することなく作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表面伝導型電子放出素子の製造方法の一例を示す模式的断面図である。

【図2】振動処理による薄膜の微粒子構造の変化を説明する模式図である。

【図3】素子電極間のコンダクタンスを検知する製造方法の一例を示す模式図である。

【図4】本発明の表面伝導型電子放出素子の基本的構成を示す模式的平面図及び断面図である。

【図5】本発明の電子源の一例を示すマトリックス配置した電子源の模式図である。

【図6】本発明の画像形成装置の一例を示す表示パネルの模式図である。

【図7】蛍光膜の一例を示す模式図である。

【図8】本発明の電子源の一例を示すはしご配置の電子源の模式図である。

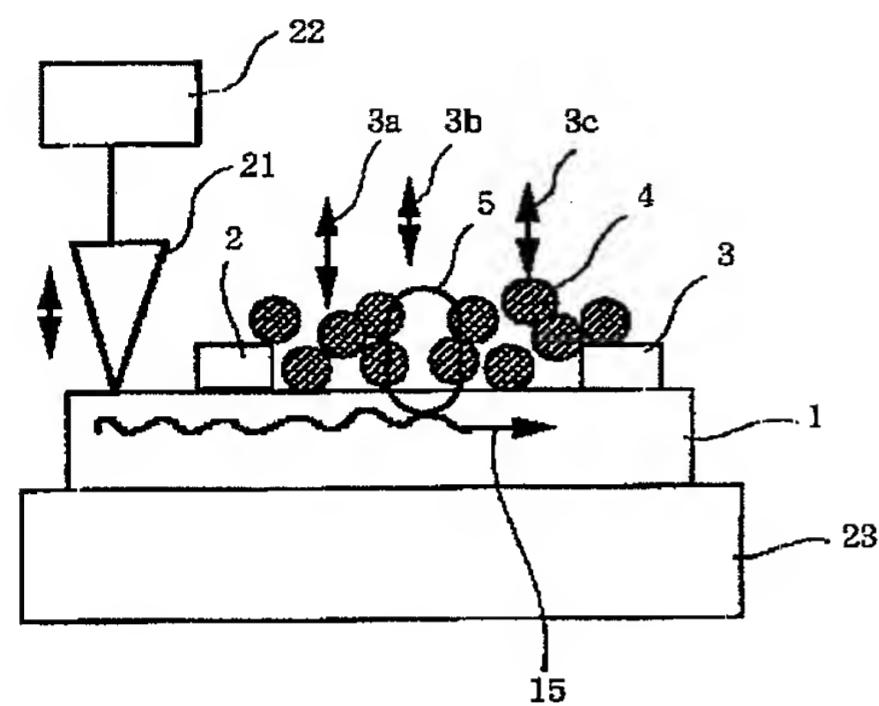
【図9】本発明の画像形成装置の一例を示す表示パネルの模式図である。

【図10】画像形成装置にNTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図である。

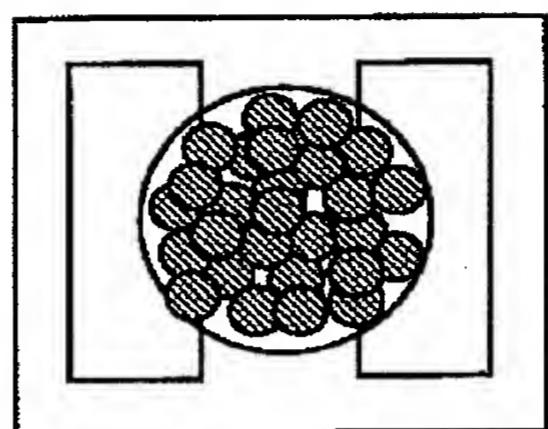
【符号の説明】

1	ガラス基体
2, 3	素子電極
3a ~ 3c	振動
4	導電性膜
5	電子放出部
15	表面弾性波
21	振動印加手段
22	振動印加手段の駆動装置
10 23	支持台
24	基体加熱用ヒーター
25	電圧印加手段
26	素子電極間のコンダクタンスを検知する手段
71	電子源基板
72	X方向配線
73	Y方向配線
74	表面伝導型電子放出素子
75	結線
81	リアプレート
20 82	支持枠
83	ガラス基体
84	蛍光膜
85	メタルバック
86	フェースプレート
88	外囲器
91	黒色導電材
92	蛍光体
103	共通配線
112	グリッド電極
30 113	電子が通過するための空孔
114, 115	容器外端子
121	表示パネル
122	走査回路
123	制御回路
124	シフトレジスタ
125	ラインメモリ
126	同期信号分離回路
127	変調信号発生器
Vx, Va	直流電圧源

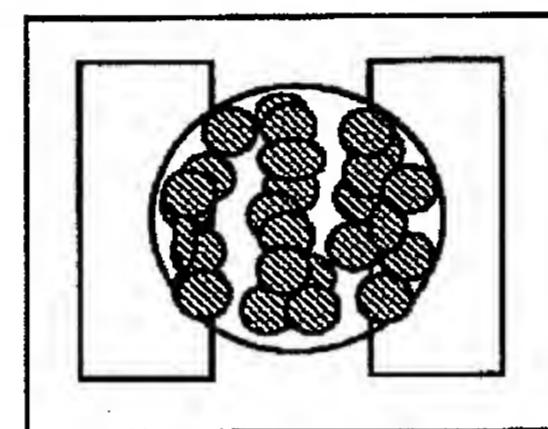
【図1】



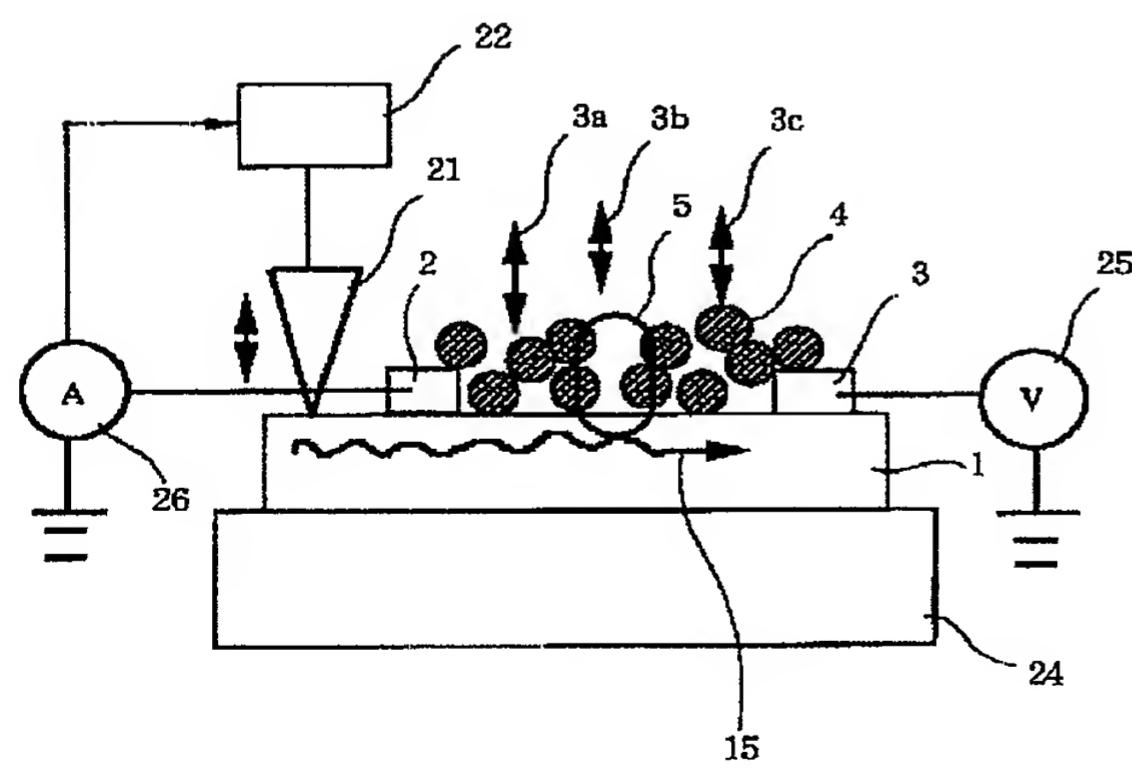
【図2】



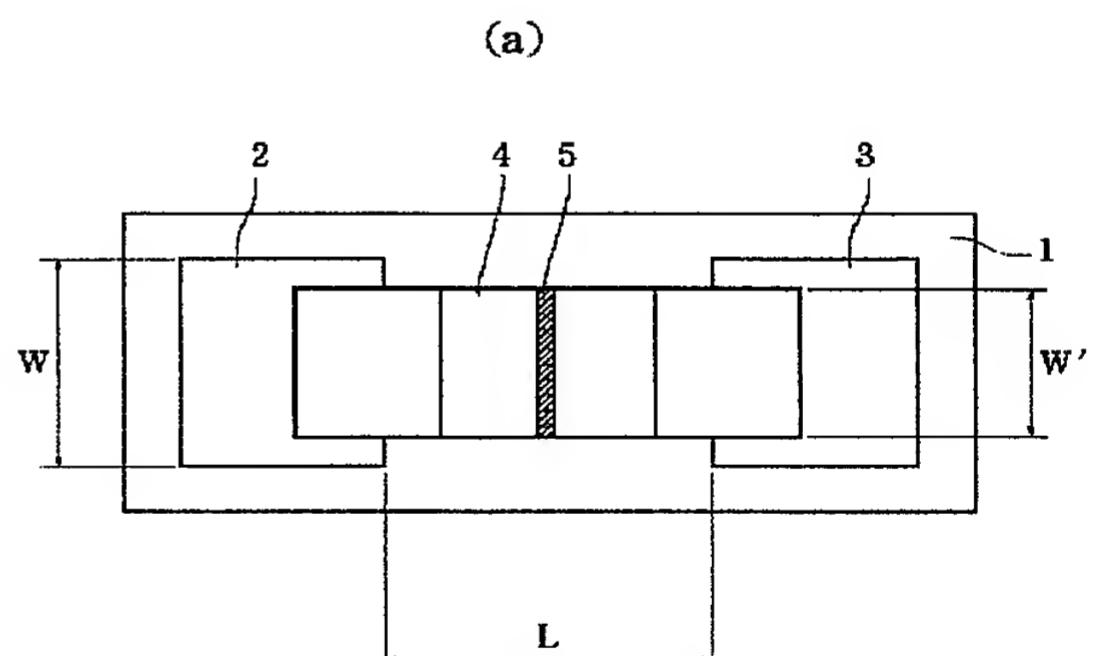
振動処理



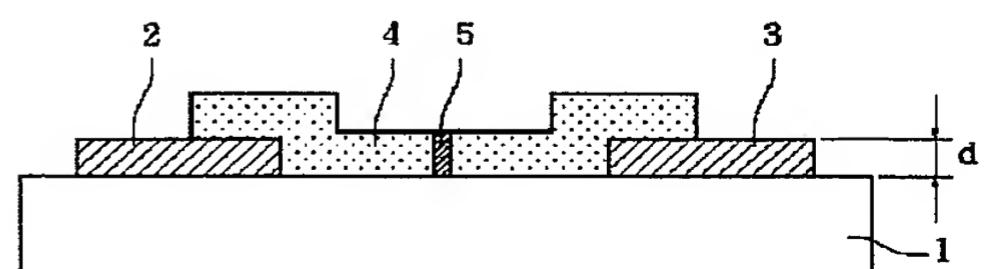
【図3】



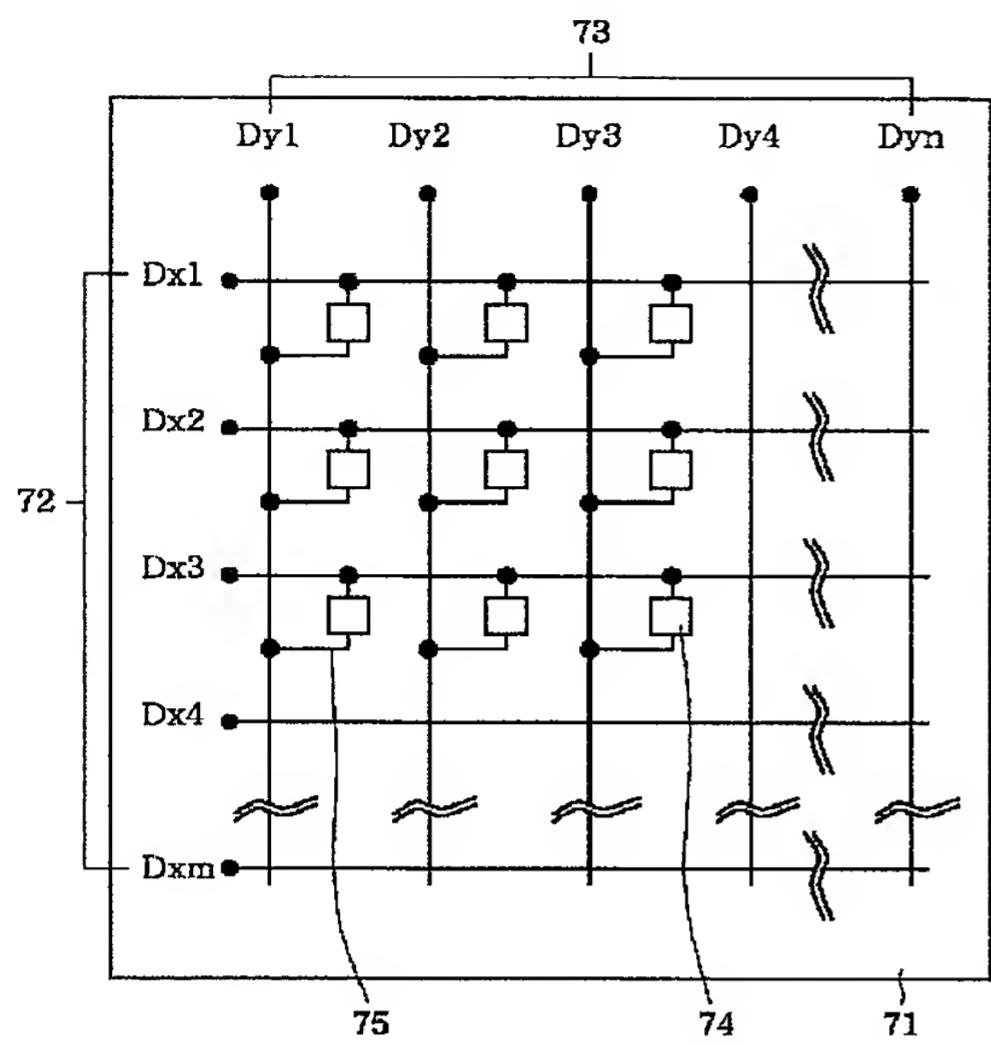
【図4】



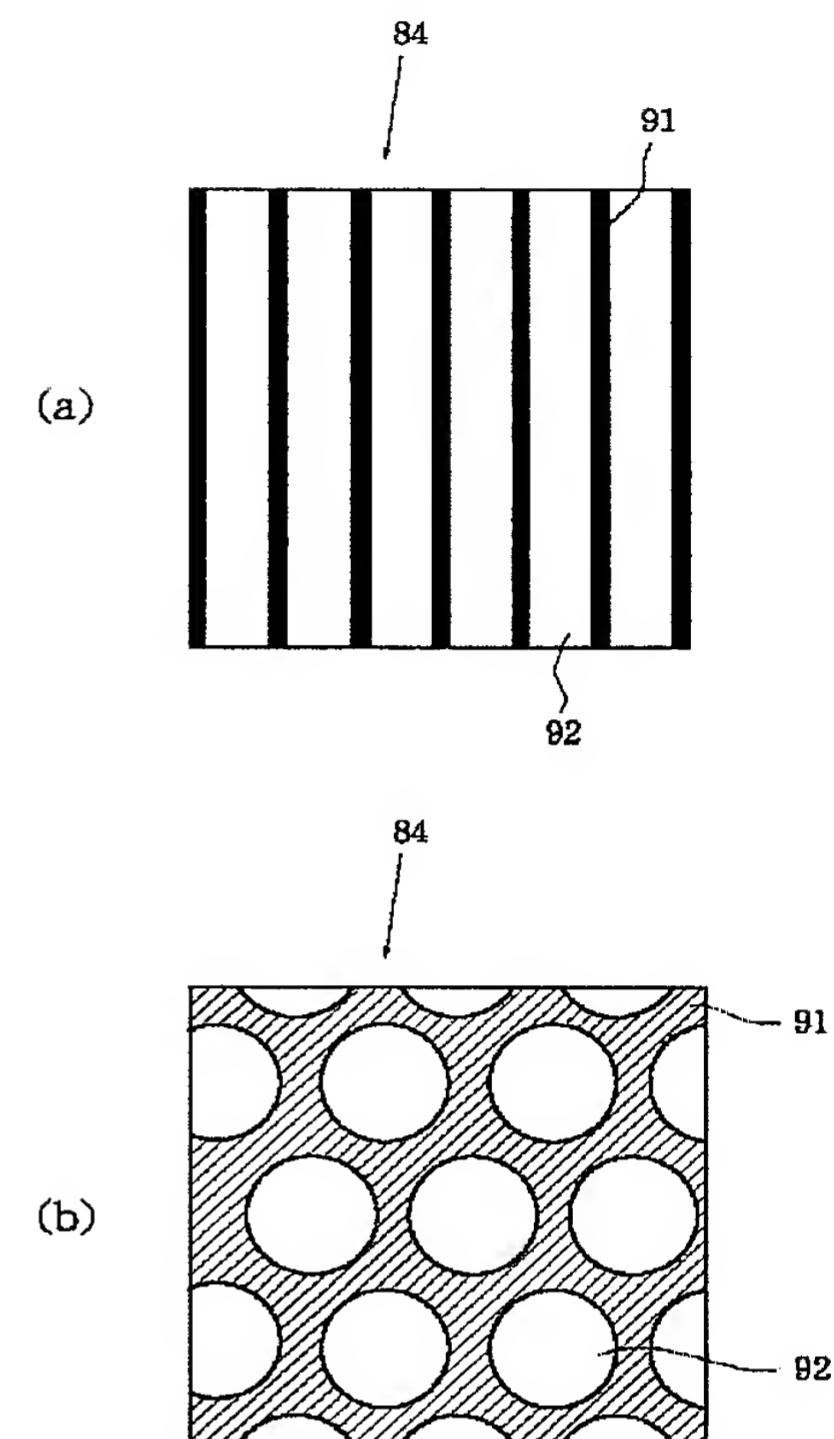
(b)



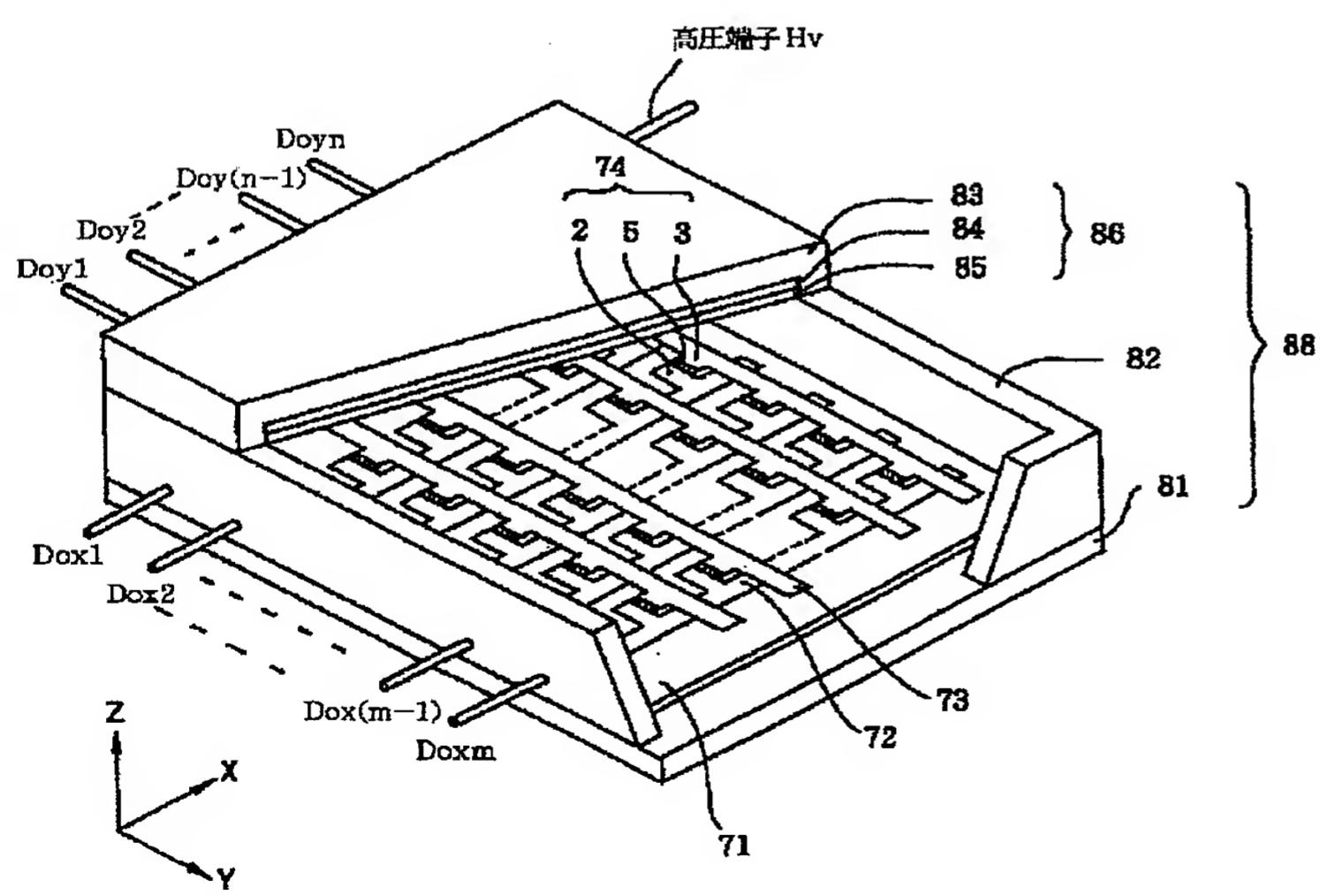
【図5】



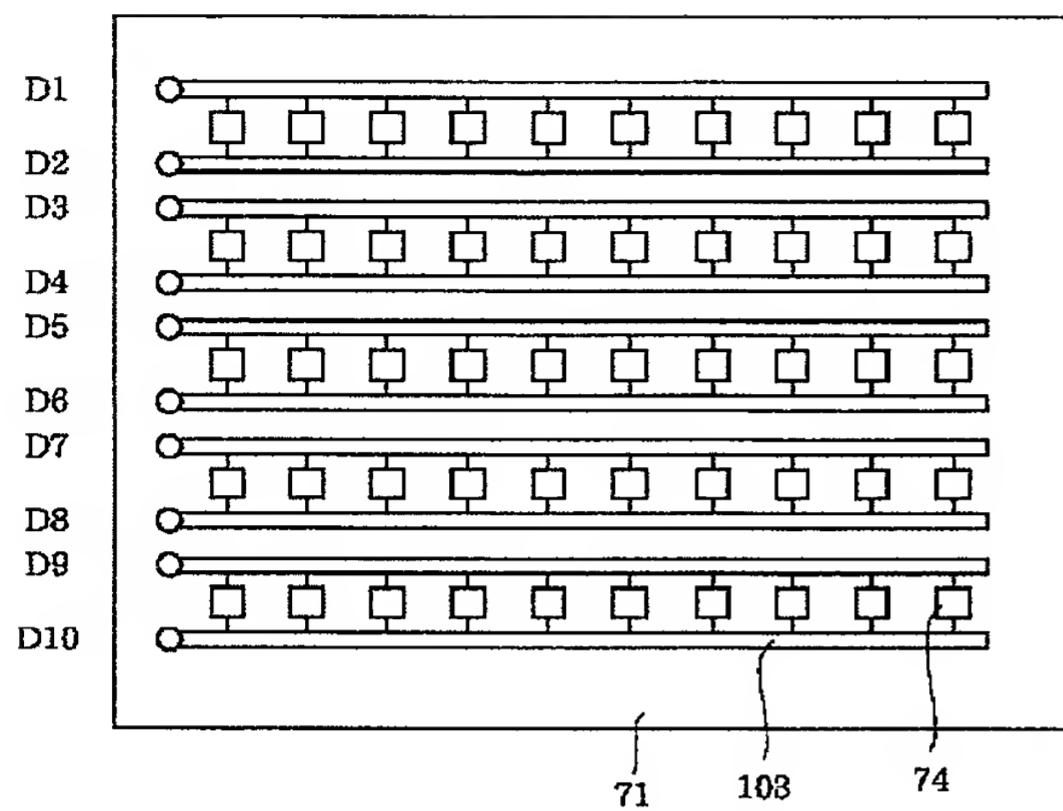
【図7】



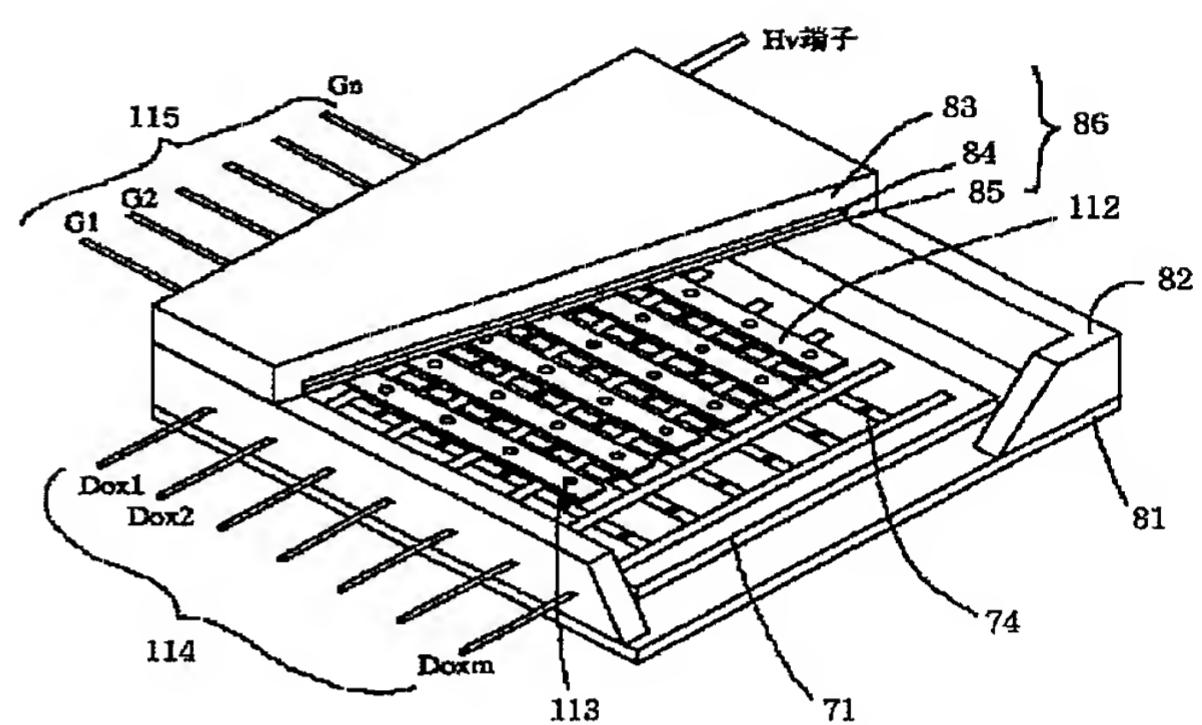
【図6】



【図8】



【図9】



【図10】

